

**GEOLOGIA Y POSIBILIDADES ECONOMICAS DE DEPOSITOS  
CALCAREOS AL OESTE DE SAN MARTIN (META), ENTRE  
LOS RIOS CUMARAL Y LA CAL**

**POR  
GUILLERMO UJUETA LOZANO  
GEOLOGO**

---

**INFORME No. 1423**

---

**JULIO DE 1962**

**SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL  
BOGOTA, 1964**

## CONTENIDO

Lista de ilustraciones . . . . .	51
Anexos . . . . .	51
Resumen . . . . .	53
Introducción . . . . .	55
Mapa índice . . . . .	57
Geología general . . . . .	59
Rocas metasedimentarias . . . . .	59
Rocas sedimentarias terciarias . . . . .	61
Cuaternario . . . . .	63
Tectónica . . . . .	63
Geología económica . . . . .	64
Rocas calcáreas . . . . .	64
Posibilidades económicas de las calizas . . . . .	64
Bibliografía . . . . .	65

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	Págs.
Figura 1 Mapa índice . . . . .	57
2 Sección geológica por la quebrada La Cristalina . . . . .	60
3 Mapa geológico y sección estructural en el área comprendida entre los ríos Cumaral y La Cal (Meta) . . . . .	62
Foto 1 Aspecto general de las rocas expuestas en la región.	
2 Aspecto de algunas de las rocas metasedimentarias, sobre el Caño Embarrado.	
3 Restos de plantas en los sedimentos Terciarios.	
4 Afloramiento típico de las calizas, sobre la quebrada La Cristalina.	
5 Solución de material calcáreo y deposición de Travertino.	

## A N E X O S

Nº 1 Análisis químicos de las calizas . . . . .	66
2 Análisis palinológicos de los sedimentos Terciarios . . . . .	67

## R E S U M E N

Se describe someramente la geología de parte de la estribación Este de la Cordillera Oriental al Oeste de San Martín, en el Departamento del Meta.

Las rocas de mayor interés presentes en el área estudiada las constituyen una secuencia metasedimentaria, de probable edad Paleozoica, y rocas sedimentarias de edad Mioceno. Las rocas predominantes en la primera secuencia son, en su orden; rocas de origen detrítico con cuarzo y calcita en varias proporciones y con textura esquistosa, esquistos sericitico-grafíticos, una anfibolita del nivel de para-anfibolitas, calizas y calizas dolomíticas metamórficas. Esta secuencia sufrió un metamorfismo regional de grado moderado, posteriormente efectos cataclásticos y aporte de minerales provenientes de una inyección ígnea. Los sedimentos Terciarios se hallan en contacto con la secuencia metasedimentaria, por falla de cabalgamiento.

El depósito de caliza y caliza dolomítica, de alto contenido en calcio y magnesio, presente en la zona, es apropiado para la industria metalúrgica, así como también en buen grado para la corrección de suelos. Las reservas calculadas para estos depósitos alcanzan a 400 millones de toneladas.

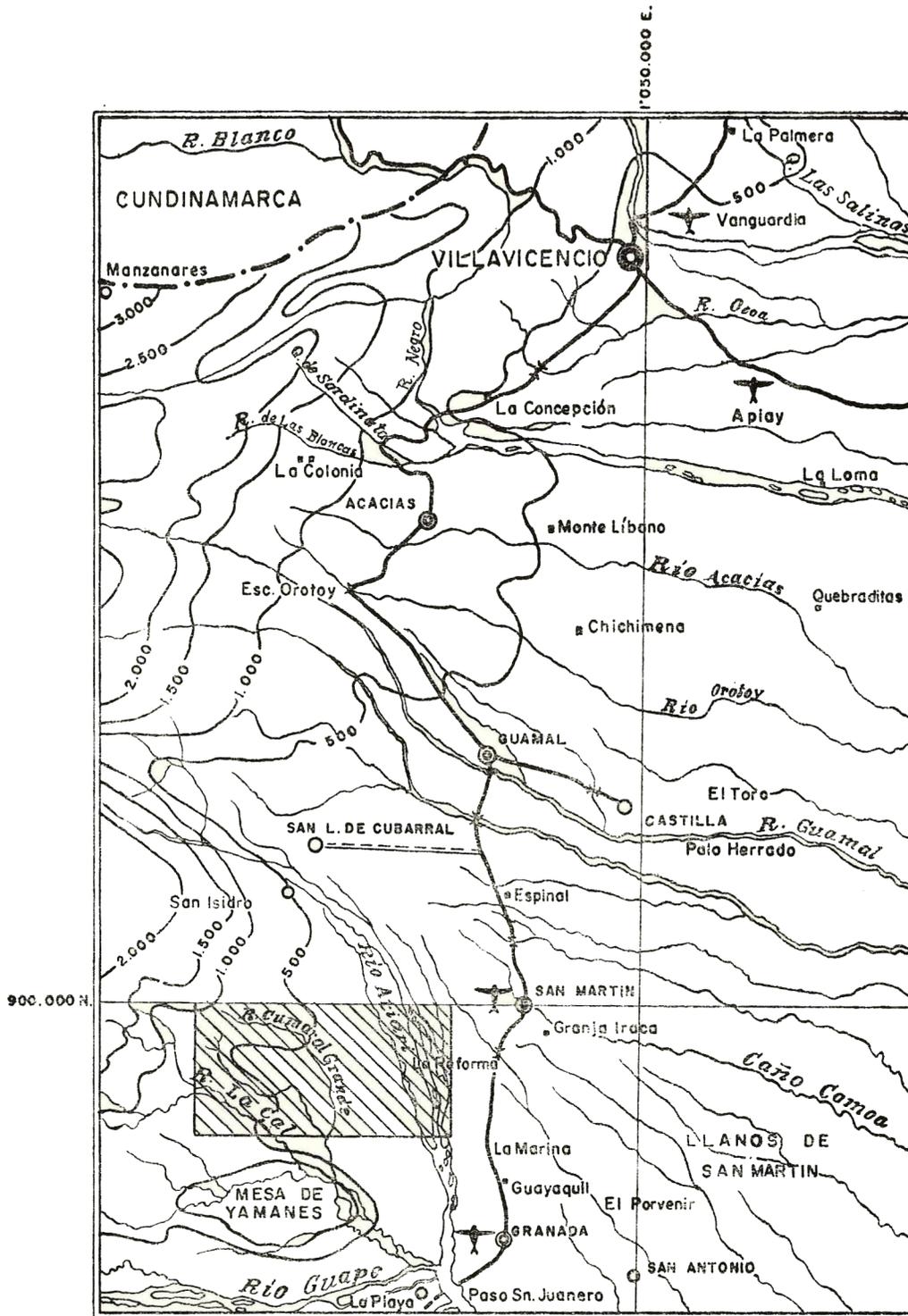
## INTRODUCCION

*Este estudio fue elaborado a solicitud de la Secretaría de Agricultura y Ganadería del Departamento del Meta, como colaboración al programa que tiene por objeto la obtención de materiales útiles para mejorar los suelos muy ácidos del Departamento. La zona reconocida es la comprendida entre la margen derecha del río Ariari y la estribación de la Cordillera Oriental, localizada aproximadamente 20 km al Oeste de San Martín y 90 km en línea recta en dirección S20°W desde Villavicencio (ver Mapa Índice, fig N° 1). En el área se distinguen tres zonas geomórficas, a saber: la planada aluvial, las terrazas antiguas y la cordillera. La altura sobre el nivel del mar alcanza a 450 m en la planada aluvial y aumenta progresivamente hacia la cordillera. El clima es húmedo y la temperatura media es de 25.7°C. La vegetación de la zona estudiada es selvática.*

*Las calizas se encuentran expuestas continuamente sobre una distancia de 7 km y es probable su prolongación hacia el Norte y hacia el Sur (es necesaria una nueva exploración para estas últimas zonas). A pesar de que el acceso a la región es difícil, se estudiaron estas calizas por la carencia de este material en todo el Departamento.*

*La geología del área no ha sido descrita anteriormente; el mapa geológico que se adjunta se ha elaborado con trabajo de campo y con fotografías aéreas. La distribución de las unidades geológicas mayores se muestra en el Mapa Geológico (Fig. N° 3); además, se hace resaltar la caliza, la cual presenta posibilidades económicas. El material cartografiado como caliza es homogéneo, alto en calcio y en partes abundante en magnesio.*

*Se expresa aquí reconocimiento a L. Radelli, quien hizo el análisis petrográfico de la serie metasedimentaria, y a Nuria Solé de De Porta, quien hizo la determinación palinológica de muestras de los sedimentos Terciarios.*



# MAPA INDICE



 Zona estudiada

FIGURA N° 1

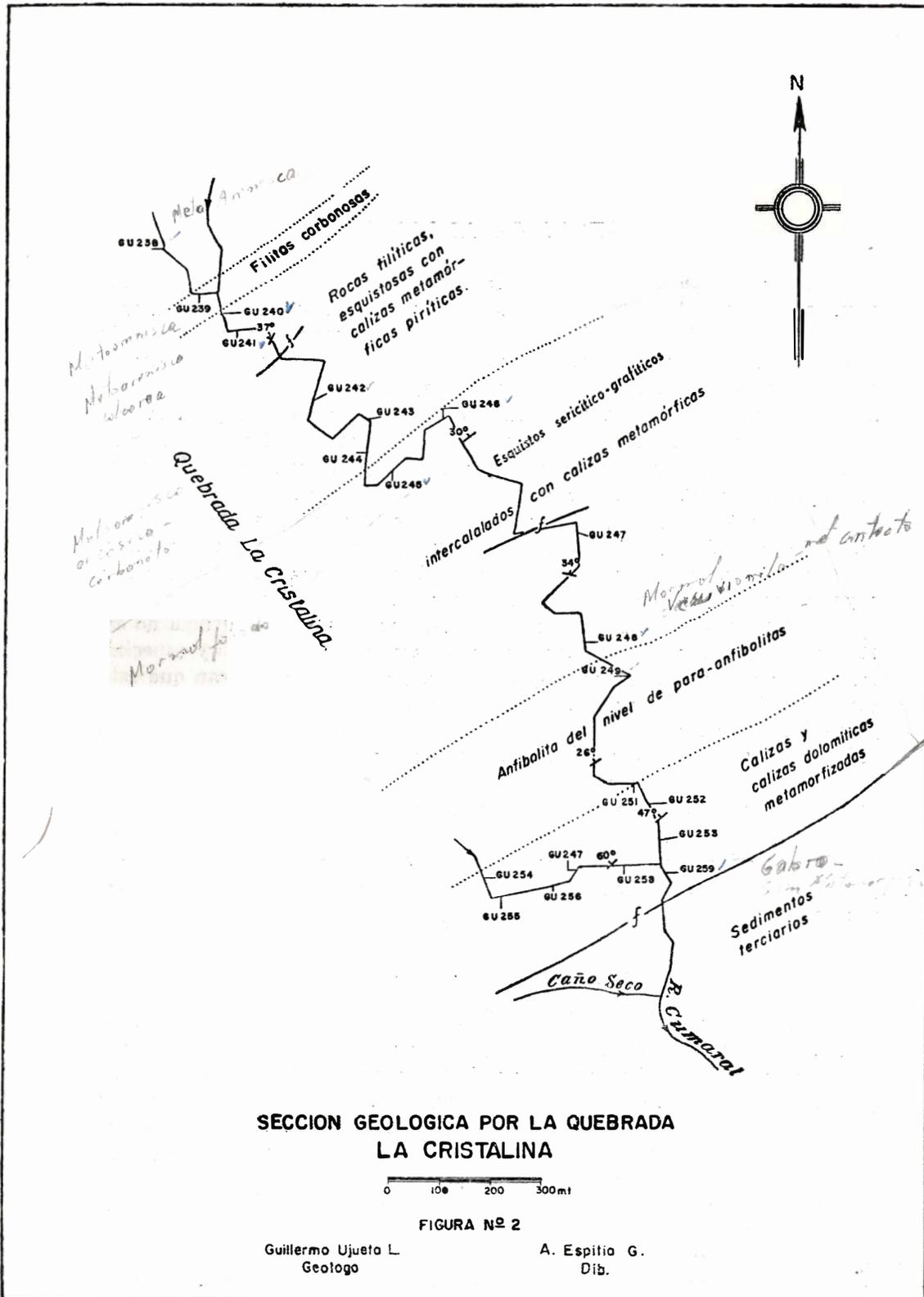
## GEOLOGIA GENERAL

Las rocas en la zona estudiada constan principalmente de una secuencia de rocas metasedimentarias producto de metamorfismo regional moderado, de probable edad Paleozoica y con un espesor aproximado de 950 m. Las rocas metasedimentarias presentes se derivan de sedimentos consistentes en: arenisca con poca alúmina, rocas de origen detrítico con abundante cuarzo y calcita, arenisca calcárea o caliza arenosa que alcanzan los niveles de las ectinitas superiores y micacitas superiores, y además una anfibolita del nivel de para-anfibolitas, proveniente de sedimentos dolomíticos y calcáreos impuros. El autor no considera oportuno, dado lo reducido del área estudiada, dar nombre a esta secuencia metasedimentaria, de la cual sólo se conoce la sección que se describe más adelante. La secuencia anterior sobreyace a una caliza y a una caliza dolomítica cuyo espesor aproximado es de 270 m en el Sur y 180 m en el Norte.

Los granos de cuarzo presentes en las rocas de esta secuencia no están libres de extinción ondulada y efectos cataclásticos. Cuarzo y especialmente microclina con estructura porfiroblástica típica, muestran que esta serie ha sido también inyectada. El metamorfismo regional, sin embargo, no se debe a la masa intrusiva sino a la acción de soterramiento de los sedimentos y a acción tectónica de edad Terciaria. No se observaron fósiles que permitan determinar la edad exacta de estos metasedimentos, pero puede asignárseles tentativamente edad Paleozoica (probablemente carbonífera). Por falla de cabalgamiento (ver foto N<sup>o</sup> 1) se encuentra en contacto con las rocas anteriores, sedimentos de edad Mioceno. Terrazas y material aluvial del cuaternario cubren la mayor parte del área estudiada.

### ROCAS METASEDIMENTARIAS

En la sección levantada a brújula y cinta sobre la quebrada La Cristalina (ver fig. N<sup>o</sup> 2 y foto N<sup>o</sup> 2), se presentan del tope hacia la base los siguientes metasedimentos: una filita carbonosa (muestra GU-239) poco metamórfica, que pertenece a la zona de las micacitas superiores; de textura esquistosa y estructura que varía de granoblástica a lepidoclástica constituida por cuarzo abundante en granos pequeños, asociada con calcita y que contiene poca albita, sericita y poca muscovita. Tiene abundante materia orgánica y se presenta con estructuras alargadas y replegadas y además contiene óxidos de hierro. Proviene de una roca madre bastante arenosa, con poca alúmina. Sigue una roca de origen detrítico (muestra GU-240) con abundante cuarzo y calcita correspondiente también a la zona de micacitas superiores. Debido a metamorfismo de bajo grado, tuvo origen poca muscovita (láminas pequeñas), poca albita y algo de sericita.



Después de una facies de cataclasis hubo una fuerte inyección de iones potásicos que dieron lugar a grandes ojos de microclina, menor cantidad de plagioclasas ácidas y cuarzo que llegó por último, dando lugar a grandes lentejones en los cuales el cuarzo incluye todos los demás minerales de la roca. Su estructura es granoblástica con tendencia a porfiroblástica, debido al gran desarrollo de los cristales de microclina. Hay también notables estructuras perlíticas entre ortosa, micropertita y plagioclasa. Esta roca pertenece a la misma formación anterior. En la serie se presentan rocas de textura más fina y con más cantidad de materia carbonosa (muestra GU-241), donde los fenómenos tectónicos se revelan por el relleno de fracturas por pirita.

Aparece luego un esquistos arenáceo sericítico (muestra GU-242) con menor cantidad de calcita y con láminas más desarrolladas de muscovita que testimonian un metamorfismo algo más profundo. Todavía se observan láminas alargadas de materia carbonosa muy replegada, evidencia de un fenómeno de cataclasis que permitió la subida de iones sodícos y más que todo potásicos que se hallan actualmente como fenoblastos de plagioclasa y microclina. Se presenta cuarzo con extinción ondulada.

A continuación viene una arenisca calcárea o caliza arenosa recristalizada (muestra GU-245), en la cual durante el metamorfismo se originaron algunas láminas de muscovita. También se observan en esta roca fenómenos de aporte, especialmente de microclina, pero menos importantes que en las muestras anteriores, debido probablemente a una fracturación menos intensa. Esta roca constituye en la serie un nivel más calcáreo, muestra estructura granoblástica típica y textura ligeramente esquistosa, revelada por la disposición paralela de las pocas láminas de muscovita. Viene a continuación una arenisca calcárea metamorfizada, correspondiente a la serie de ectinitas superiores (muestra GU-246). Después del metamorfismo hubo fracturación e inyección muy fuerte, con abundante plagioclasa, ortosa, microclina y cuarzo. Estructura granoblástica a porfiroblástica.

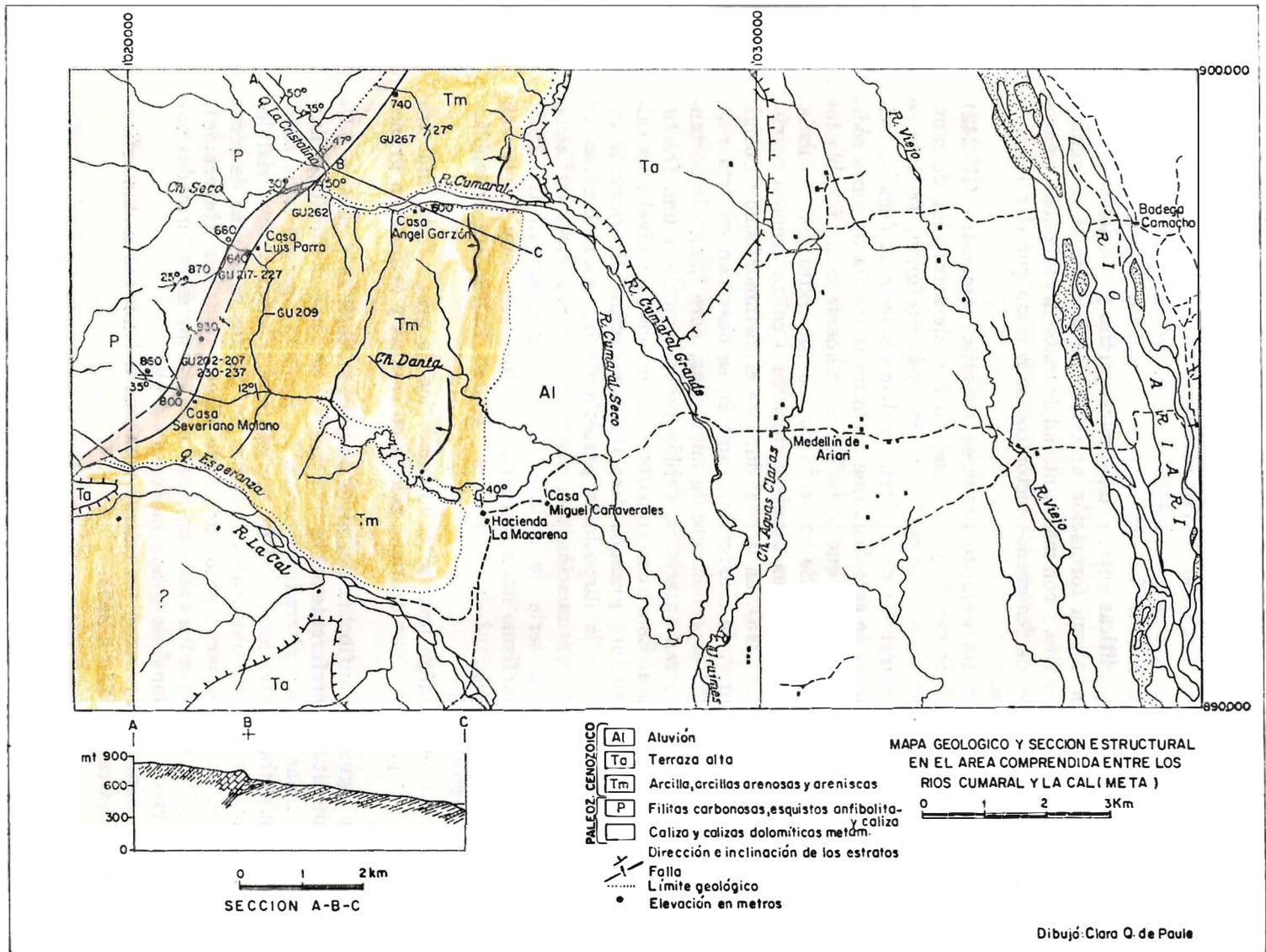
Se presenta luego una caliza metamórfica de grano fino (muestra GU-248), replegada y que contiene zoicita en capitas y epidota en granos grandes.

Le sigue una anfibolita del nivel de para-anfibolitas (muestra GU-249), constituida preferentemente por anfíbol de tipo actinolítico, lixiviado muchas veces y alterado a clorita. La ilmenita aparece como accesorio muy abundante, con óxido de hierro en el interior y con cristales de epidota, la cual es conspicua en muchas anfibolitas derivadas de rocas sedimentarias. Se observa poco cuarzo de origen posterior (inyectado). La anfibolita se encuentra entre las rocas más comúnmente formadas por metamorfismo regional de grado moderado a alto.

Finalmente, aparecen las calizas y calizas dolomíticas metamorfizadas (muestras GU-250 a 259).

#### ROCAS SEDIMENTARIAS TERCIARIAS

Las rocas sedimentarias terciarias que afloran en la región, consisten principalmente de arcillas blandas grises claras, arcillas arenosas



grises a grises verdosas claras que se meteorizan, dando colores moteados rojos y oscuros.

Se presentan intercaladas numerosas areniscas en lechos delgados, son de grano medio a grueso, blancas y friables. Estas areniscas varían en espesor desde 1 a 10 m. En algunas de ellas se observan impregnaciones asfálticas.

Restos de plantas bien preservadas se encuentran en las arcillas de esta formación (ver foto N° 3).

Edad: Palinológicamente, estas rocas pertenecen al Mioceno (ver anexo N° 2).

#### CUATERNARIO

El cuaternario cubre la mayor parte del área estudiada y está formado por suelos aluviales y por algunas terrazas de gran extensión. En los suelos aluviales el contenido de materia orgánica es deficiente, son suelos de tipo limoso, arenoso y algo arcilloso, de colores pardos oscuros a pardos grisáceos, cuyo espesor varía entre 0.70 m y 2.00 m y reposa sobre guijos y cantos redondeados. Los suelos de las terrazas son de color predominantemente rojo y con mayor contenido de arcillas que los suelos aluviales.

#### TECTONICA

En algunas de las rocas estudiadas petrográficamente se notan fenómenos de fractura revelados más que todo por los contornos del cuarzo y por unas granulaciones diminutas de este mineral no recristalizadas. Este fenómeno permitió una gran inyección de microclina y cuarzo, minerales que ahora se encuentran, principalmente la microclina, en grandes ojos alargados que muchas veces cortan las estructuras metamórficas descritas, y otras veces debido a crecimiento, produjeron en ellas superficies curvas.

De lo anterior puede inferirse que la serie sedimentaria sufrió en principio metamorfismo regional originado por el incremento de presión vertical debido al aumento de peso. Posteriormente se presentaron fenómenos de tectonismo, y finalmente el aporte de minerales a la serie metamórfica, provenientes de una inyección ígnea.

Una gran falla de cabalgamiento separa la formación sedimentaria terciaria de las calizas pertenecientes a la secuencia metasedimentaria de probable edad paleozoica; una segunda falla paralela a la anterior establece el límite entre la caliza y la secuencia metasedimentaria entre Caño Rieca y Caño Embarrado. Como evidencia de campo para esta segunda falla se observa entre Caño Rieca y Caño Embarrado que los lechos sobre-yacentes a la caliza se encuentran en contacto inconforme con ella y que falta parte de la sección, mientras que a la altura de la quebrada La Cristalina se presentan como una serie continua.

## GEOLOGIA ECONOMICA

*Rocas calcáreas.*

Se encuentran expuestas formando una faja de 180 a 270 m de espesor en dirección NE, seguidas en esta exploración hasta por 7 kms. a lo largo (distancia que probablemente se incremente con nuevas exploraciones hacia el Norte y hacia el Sur). Esta faja se extiende desde Caño Rieca hasta Caño Ripio (ver fig. N° 3), muy bien expuesta, formando prominentes afloramientos (ver foto N° 1).

Las rocas calcáreas están formadas por capas de poco espesor 8-10 cm (ver foto N° 4), y se trata de caliza y caliza dolomítica de grano fino, metamorfozada.

La caliza varía de color desde gris muy claro hasta negra. Parece que las capas de mayor contenido en carbonato de magnesio son las más claras. La superficie meteorizada de las calizas presenta en parte solución y redeposición para formar travertino (ver foto N° 5).

El material cartografiado como caliza es uniforme, alto en contenido de calcio y localmente alto en contenido de magnesio; la gran mayoría de las muestras da un porcentaje promedio de 95% en carbonatos. La caliza muestra bandas alternadas de colores grises claros a blancos, que parecen corresponder a las zonas de mayor contenido en dolomita. Los estratos de dolomita de gran extensión y uniformidad lateral que yacen normalmente entre lechos de caliza se atribuyen generalmente, ya sea a precipitación original o a reemplazamiento sobre el fondo del mar antes de quedar cubiertos por los estratos superpuestos. Por otra parte, muchas dolomitas se han originado indudablemente por metasomatismo posterior, el cual puede ser selectivo, reemplazando ciertos lechos o láminas sin aparente efecto sobre las rocas que las rodean, y entonces los resultados del proceso simulan dolomitización primaria. En adición a las características ya descritas sobre las calizas y calizas dolomíticas, en general, sobre toda la serie, ésta estuvo sujeta a procesos cataclásticos que dieron lugar a la formación de brechas tectónicas.

*Posibilidades económicas de las calizas.*

Las calizas y calizas dolomíticas de alto contenido en calcio y aun alto contenido en magnesio, según los análisis químicos de 38 muestras analizadas (ver Anexo N° 1) que fueron tomadas en tres secciones diferentes sobre los caños Rieca, Embarrado y La Cristalina, con espaciamiento aproximado de 40 m, son los materiales de interés económico presentes en la zona.

Estas calizas son apropiadas para la industria metalúrgica y en buen grado para la corrección de suelos ácidos, para mejorar la capa cultivable del suelo, para suplir los nutrientes esenciales a las plantas (calcio y magnesio), los cuales se pierden por absorción de las cosechas, por lixiviación y por erosión; un nuevo uso de la caliza que crece rápidamente, es su empleo en la estabilización de los suelos de las bases y sub-bases de carreteras. La caliza es particularmente efectiva en suelos

arcillosos, ya que reduce la plasticidad, la contracción y las características hinchantes.

Estos depósitos alcanzan un espesor promedio de 225 m, una altura promedio de exposición sobre el perfil de terreno de 100 m, obtenida por medidas con altímetro en el terreno y con estereómetro sobre las fotografías aéreas, y se ha seguido a lo largo de su longitud por 7 km, cifras que permiten calcular una reserva probada de 400 millones de toneladas.

$$100 \times 225 \times 7000 = 157.500.000 \text{ m}^3$$

Asumiendo una gravedad específica de 2.5:

$$\begin{aligned} 157.500.000 \times 2.5 &= 393.750.000 \text{ tons.} \\ &\approx 400 \times 10^6 \text{ tons.} \end{aligned}$$

#### B I B L I O G R A F I A

- HUBACH, E., 1957.—“Contribución a las Unidades Estratigráficas de Colombia”, Serv. Geol. Nal. Inf. N° 1212.
- INSTITUTO GEOGRÁFICO “AGUSTÍN CODAZZI”, 1959.—Estudios Exploratorios de los Suelos del Alto Ariari”. Publicación N° EE-3.
- TRUMPY, D., 1943.—“Pre-cretaceous of Colombia”, *Bull. Geol. Soc. Am.*, Vol. 54, N° 9, pp. 1281-1304, 1943.

## ANEXO N° 1

## ANÁLISIS QUÍMICOS

Muestra N°	% Residuo Insoluble					
	H C L	% R <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	% CaO	% CaCO <sub>3</sub>	% MgO	% MgO <sub>s</sub>
GU-202 ... ..	4.66	0.80	51.16	91.31	1.41	2.95
GU-203 ... ..	2.94	0.34	34.20	61.04	16.78	35.10
GU-204 ... ..	2.48	0.98	32.52	58.04	18.15	37.95
GU-205 ... ..	3.12	0.82	33.36	59.54	17.22	36.01
GU-206 ... ..	2.76	0.40	50.20	89.60	2.71	5.67
GU-207 ... ..	1.84	0.62	35.06	62.58	16.43	34.37
GU-217 ... ..	1.12	0.30	53.84	96.08	0.38	0.79
GU-218 ... ..	0.94	0.40	54.64	97.58	0.38	0.79
GU-219 ... ..	1.24	0.36	32.28	57.61	19.44	40.67
GU-220 ... ..	2.86	0.44	53.00	94.58	0.43	0.89
GU-221 ... ..	1.60	0.20	54.12	96.58	0.39	0.82
GU-222 ... ..	2.98	0.20	47.66	85.06	5.37	11.23
GU-223 ... ..	3.20	0.56	38.98	69.56	12.46	26.06
GU-224 ... ..	1.24	0.32	52.44	93.58	1.80	3.76
GU-225 ... ..	0.96	0.56	38.70	69.06	13.78	28.50
GU-226 ... ..	1.74	0.74	35.95	64.16	15.72	32.87
GU-227 ... ..	1.04	0.26	54.55	97.35	0.22	0.45
GU-228 ... ..	2.02	0.42	49.86	88.98	3.71	7.76
GU-230 ... ..	4.34	1.04	35.95	64.16	14.35	30.02
GU-231 ... ..	2.80	0.62	33.41	59.63	17.52	36.65
GU-232 ... ..	2.74	0.70	33.35	59.52	17.52	36.65
GU-233 ... ..	3.12	0.48	52.91	94.42	0.39	0.82
GU-234 ... ..	4.92	0.76	51.45	92.71	0.28	0.58
GU-235 ... ..	3.26	0.72	53.25	95.03	0.26	0.55
GU-236 ... ..	3.54	1.00	33.07	59.02	17.27	36.13
GU-251 ... ..	2.32	0.78	47.48	84.74	5.63	11.79
GU-252 ... ..	8.00	1.08	47.94	85.55	2.28	4.77
GU-253 ... ..	3.72	0.48	52.68	94.02	0.49	1.01
GU-254 ... ..	1.70	0.62	36.69	65.47	15.13	31.64
GU-255 ... ..	4.52	0.62	52.35	93.43	0.35	0.73
GU-256 ... ..	2.04	0.78	46.68	76.17	9.82	20.53
GU-257 ... ..	3.94	1.14	50.88	90.80	1.59	3.33
GU-258 ... ..	4.60	0.88	52.00	92.80	0.73	1.53
GU-259 ... ..	3.34	0.90	39.00	69.60	12.39	25.91
GU-260 ... ..	3.76	0.84	50.88	90.80	2.01	4.20
GU-264 ... ..	6.78	1.40	50.60	90.30	0.59	1.23
GU-265 ... ..	3.28	0.68	32.79	58.72	17.68	36.97
GU-266 ... ..	2.98	0.54	53.48	95.45	0.38	0.79

Según resultado de los análisis números 43294 a 43331 efectuados en el Laboratorio Químico Nacional.

ANEXO N<sup>o</sup> 2

## ANALISIS PALINOLOGICOS

<i>Muestra 262.</i>	Schizeaceae . . . . .	8%
	Polypodiaceae . . . . .	3%
	Angiosperma . . . . .	80%
	Malpigiaceae . . . . .	5%
	Bombaceae . . . . .	1%
	Cicatricosisporites susanae (Van der Hammen) R. Pot . . .	3%

Por el conjunto de la Flora, esta muestra es Mioceno.

<i>Muestra 209.</i>	Schizeaceae . . . . .	20.6%
	Polypodiaceae . . . . .	5.5%
	Angiosperma . . . . .	56.6%
	Malpigiaceae . . . . .	5.6%
	Compositae . . . . .	1.8%
	Bombacaceae . . . . .	1.5%
	Podocarpus sp. . . . .	1.5%
	Hemitelia sp. . . . .	0.6%

Esta muestra pertenece al Mioceno, seguramente a un Mioceno más superior que las muestras 262 y 267.

<i>Muestra 267.</i>	Schizeaceae . . . . .	12%
	Polypodiaceae . . . . .	4%
	Palmae . . . . .	10%
	Mauritia sp. . . . .	4%
	Malpigiaceae . . . . .	2%
	Cicatricosisporites susanae (Van der Hammen) R. Pot . . .	2%
	Angiosperma . . . . .	66%

Por el conjunto de la Flora, esta muestra es Mioceno.



Foto número 1. — Aspecto general de las rocas expuestas en la región. Al fondo, la secuencia metasedimentaria; al centro, calizas que pertenecen a la secuencia anterior; y al frente, la secuencia sedimentaria Terciaria. Se muestra, además, la falla de cabalgamiento que separa las dos secuencias.

Foto N° 2. — Aspecto de algunas de las rocas metasedimentarias sobre el Caño Embarrado.



Foto N° 3.—Restos de plantas en los sedimentos terciarios. Muestra GU. 267.



Foto número 4.—Afloramiento típico de las calizas, sobre la quebrada La Cristalina. Se muestra su estratificación característica en lechos delgados.

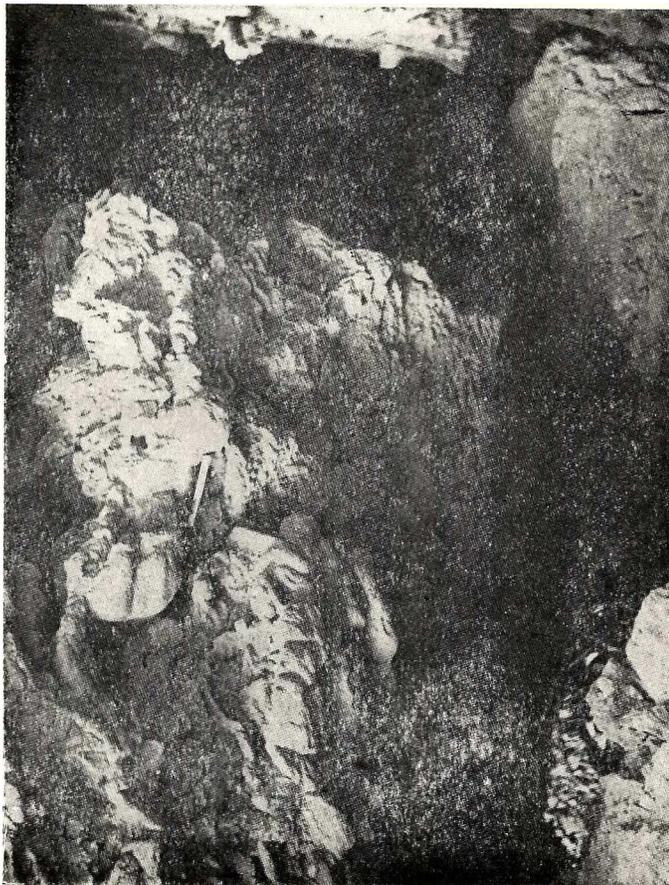


Foto N° 5.—Solución del material calcáreo y deposición de Travertino.